

APLICATIVO PARA USO TECNICO DE ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE



ANDRES FELIPE DAZA ROMERO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
**ESPECIALISTA EN PLANEACION AMBIENTAL Y MANEJO INTEGRAL DE LOS RECURSOS
NATURALES**

Director:
XIMENA LUCIA PEDRAZA NAJAR

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESPECIALIZACION EN PLANEACION AMBIENTAL Y MANEJO INTEGRAL DE LOS RECURSOS
NATURALES
BOGOTÁ, NOVIEMBRE DEL 2018**

APLICATIVO PARA USO TECNICO DE ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE

APPLICATION FOR TECHNICAL USE OF AIR QUALITY MONITORING STATIONS

Andres Felipe Daza Romero
Ingeniero Electrónico
Facultad de Ingeniería
Universidad Militar Nueva Granada
Bogotá D.C., Colombia
u2700867@unimilitar.edu.co

RESUMEN

En este artículo se determina la importancia de la aplicación de estaciones de monitoreo de calidad del aire, mostrando el uso técnico en las redes de monitoreo de calidad ambiental de algunas redes de monitoreo del país. Teniendo en cuenta los proyectos de redes de monitoreo de calidad ambiental que desarrollan las autoridades ambientales competentes; además, se exponen los resultados de la contaminación de una zona determinada por su nivel de contaminación, ya sea por sus usos industriales, actividades artesanales con quema de carbón o coque, transporte o, actividades de explotación de recursos naturales, entre otras. También se presenta, en este artículo, la importancia de la ubicación estratégica, de las estaciones de monitoreo en una red de calidad ambiental, los estudios y resultados de los parámetros medidos en la zona de influencia de una estación y sus posibilidades de una ubicación estratégica para abarcar una zona que se observe con altas afecciones por las actividades que producen niveles de contaminación considerables que aquejan de manera directa a la población de la zona donde se desarrollan proyectos que alteran la calidad ambiental.

Palabras Clave: Aire, Contaminantes, Inmisión, Red de monitoreo, Rosa de vientos.

ABSTRACT

In this article the importance of the application of air quality monitoring stations is determined, showing the technical use in environmental quality monitoring networks of some monitoring networks in the country. Considering the projects of environmental quality monitoring networks already under development by the

competent environmental authorities, the results of the contamination of an area determined by its level of contamination are shown either by its uses such as industry, artisanal activities such as burning of coal or coke transport, or activities of exploitation of natural resources, among others. The importance of the strategic location of the monitoring stations in a network of environmental quality, the studies and results of the parameters measured in the area of influence of a station, and their possibilities of a strategic location to cover an area that is mostly affected by activities that produce considerable levels of pollution that directly affect the population of the area where projects are developed that affect environmental quality.

Key words: Air, Pollutants, Inmision, Monitoring network, Wind rose.

INTRODUCCIÓN

En este artículo se plantearán conceptos relacionados con un tema ambiental de vanguardia para las personas encargadas de este tema, tales como las autoridades ambientales. Este también es un tema de interés social debido a que en algunos sectores del país y del mundo, la calidad de vida de las personas, se ve afectada, ya sea por vivir en un área urbana o rural comprometida con la calidad del aire. Este es el principal componente a tener en cuenta en este artículo.

Para entender un poco más lo que significa la calidad del aire, se tendrán en cuenta algunos factores que las personas usan a diario: La ignición de combustibles es algo que en la actualidad toda persona usa para tener facilidad de movilizarse, ya sea en una ciudad grande o pequeña, o de una ciudad a otra, debido a que se usan vehículos que funcionan con combustible. Los que más incidencia tienen en la calidad del aire son los vehículos que consumen Diesel, esto debido a que la calidad de este combustible no es la mejor y produce contaminación que en gran cantidad afecta la salud de las personas que lo usan y de aquellos que se encuentren cerca del tránsito de estos vehículos.

En general, cada efecto derivado por la mano de obra humana, que produce contaminación a la atmosfera es importante tenerlo en cuenta para verificar y revisar la calidad del aire. Por este motivo se han formulado leyes que se encargan de regular las medidas de contaminantes por debajo de un límite permisible; pero para que estas leyes se cumplan, es importante contar con equipos de monitoreo que determinen la concentración de contaminantes y así hacer un seguimiento idóneo para acatar dicha legislación.

Para lograr un cumplimiento cabal de lo previsto en las normas, se ha delegado a las autoridades ambientales presentes en las entidades del Estado, quienes seguirán la ley a través de acciones prácticas de monitoreo de la calidad del aire. Para esto se disponen las estaciones de monitoreo, equipadas para medir ciertos tipos de contaminantes que afectan la calidad del aire; a la vez, las personas tienen que afrontar afecciones de salud, por vivir en estos sectores. Las

estaciones son manejadas y vigiladas de acuerdo con proyectos planteados en las entidades del Estado, las cuales se encargan de ejecutarlos y mantenerlos para obtener resultados óptimos y de esta manera hacer cumplir la normatividad.

Este artículo se desarrolla teniendo en cuenta: análisis, informes, redes de monitoreo ya existentes en el país para obtener información exacta de la problemática ambiental que se puede apreciar en zonas y ciudades del país. Igualmente, con este artículo, se pretende contar con una herramienta de uso técnico de las estaciones de monitoreo de calidad del aire, las cuales cumplen su función de determinar la concentración de contaminantes, según la meteorología de cada estación se determina de qué dirección provienen los vientos que traen esta contaminación y los factores que pueden aumentar o disminuir estas concentraciones de contaminantes. Por estar ubicadas en sitios críticos o de posible contaminación, ya sea por antecedentes que presenta la zona o por peticiones de las comunidades afectadas por los niveles de emisiones causados por algún tipo de práctica humana tal como se había mencionado anteriormente.

La importancia de tener en cuenta la ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad del aire es uno de los temas que se va a tomar para el desarrollo de este artículo. Esta idea surge debido a que no siempre se pueden obtener datos precisos de los contaminantes presentes en las zonas monitoreadas; es decir, se pueden obtener lecturas coherentes con los sitios ya detectados por un índice de contaminación fuera de lo normal, pero no se tiene la certeza de qué tan reales son esos datos, tampoco se pueden obtener datos constantes, debido al mal manejo de los equipos o mala interpretación de los datos por parte de las autoridades ambientales, ya que en algunos lugares donde se manejan estas redes de monitoreo no se cuenta con las indicaciones adecuadas para hacer este tipo de análisis de datos y es necesario tenerlos en cuenta para determinar una concentración sin tener en cuenta aspectos como los meteorológicos o el uso correcto de los equipos.

Para el estudio y análisis adecuado se indagan informes mensuales, trimestrales y anuales; en estos se evidencia una mayor cantidad de datos que se pueden utilizar para el fin planteado en este artículo. [1]

Una vez se tiene la información de dichos reportes, se procede a dar respuesta a los objetivos, que se pueden resumir en la evaluación de puntos de contaminación atmosférica provocado por diferentes causas y después de esto determinar puntos de medición más adecuados para los estudios realizados por las autoridades ambientales, los cuales corresponden a los informes presentados con las validaciones de datos.

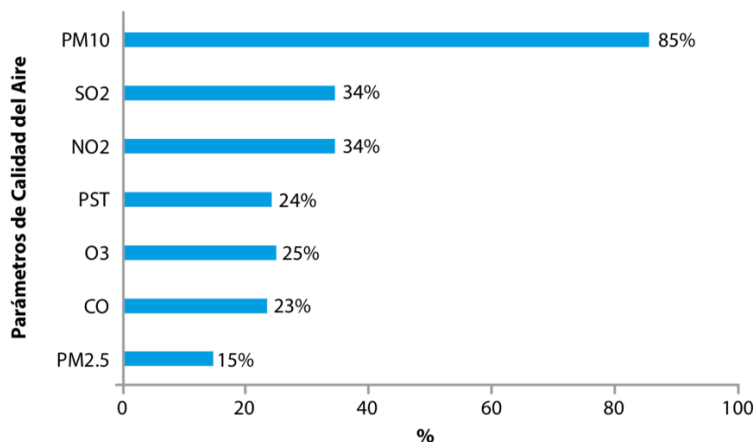
1. METODOLOGÍA

Los estudios usados para determinar una propuesta de aplicación de este artículo se exponen en esta parte del artículo, mediante algunos ejemplos encontrados en diferentes informes de calidad del aire. De esta manera se presentarán algunos puntos de vista, que se han tomado para otro tipo de estudios, tales como la determinación de la contaminación en las zonas evaluadas.

Se tendrá en cuenta la información del territorio nacional para la lista de ideas que se usarán para dar resultados y así cumplir con los objetivos propuestos durante el desarrollo de este artículo.

Con la intención de aclarar el sentido de los objetivos, se ha determinado en esta metodología la forma más adecuada de medición en zonas afectadas por la contaminación atmosférica; es decir, calcular los contaminantes más predominantes según las mediciones en sectores ya estudiados. Una vez determinado el contaminante, se establece la localización más adecuada de las estaciones para obtener nuevos estudios teniendo en cuenta los lugares y estudios ya realizados. Y para finalizar, se esbozará un plan de desarrollo que se pueda aplicar para intensificar a futuro las labores de medición de la calidad del aire en el terreno nacional.

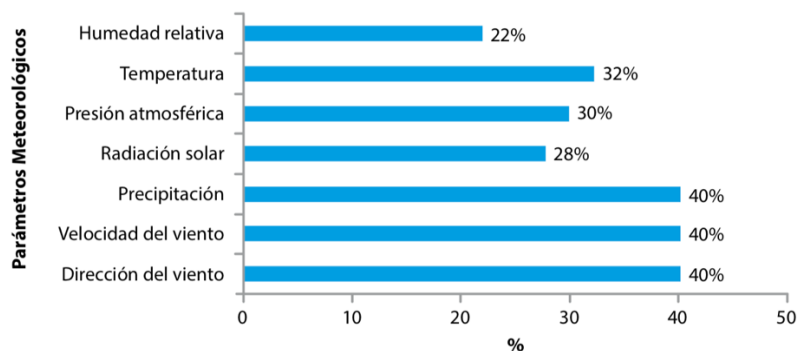
Para tener una perspectiva de cuáles son los contaminantes más medidos según la capacidad de las redes de monitoreo, se tiene en cuenta la siguiente grafica:



Fig#1: Porcentaje de parámetros contaminantes medidos por las autoridades ambientales en Colombia

Fuente: Informe estado de la calidad del aire 2007-2010. IDEAM, 2018

También se van a tener en cuenta los indicadores meteorológicos asociados a las mediciones de la calidad del aire:



Fig#2: Porcentaje de parámetros meteorológicos medidos por las autoridades ambientales en Colombia

Fuente: Informe estado de la calidad del aire 2007-2010. IDEAM, 2018

Estos porcentajes se obtienen según la cantidad de equipos que se tienen en las respectivas autoridades ambientales del país. [2]

Observando las gráficas anteriores: el parámetro más medido es el PM10, esto se debe a que es el contaminante de mayor producción en diferentes actividades humanas que ya se mencionaron. Pero ahora se debe tener en cuenta por qué este contaminante predomina en las mediciones; esto se puede asociar a estudios de enfermedades e infecciones respiratorias. Algunos informes asocian las enfermedades respiratorias a las emisiones de PM10 y PM2.5, encontrando que uno de los principales factores de asma y cáncer de pulmón se asocia a las partículas suspendidas menores a 10 micras. [3]

La estructura de las prioridades para determinar por qué es importante tener en cuenta una mayor cobertura de posibles focos de contaminación, es la que se desarrolla en este artículo, debido a que si se hace un monitoreo de la calidad del aire sin tener en cuenta la localización de las estaciones, solo teniendo en cuenta los aspectos visuales del terreno donde va a estar, se desconoce la importancia de integrar a este estudio los reportes que generen las estaciones.

Algunos factores adicionales a tener en cuenta, son algunos parámetros que se usan en el momento de su medición. Según unos informes, se toma el número de estaciones y los parámetros de contaminación medidos en cada estación para enfocar algunos de los resultados en la información a evaluar. Se resalta en las siguientes tablas el manejo de los parámetros y puntos de medición que se han obtenido en determinados años para la medición de calidad del aire en la red de monitoreo de Corpoboyacá:

Nombre de la estación	Tipo de Estación	Fecha de Inicio de Operación	Contaminantes monitoreados						
			SO ₂	NO ₂	O ₃	CO	PM10	PM2.5	PST
Recreo	Semi Automática	2003	X				X		
Club Bavaria	Semi Automática	2003	X						
Nazareth	Semi Automática	2003					X		
Aeropuerto	Semi Automática	2003					X		
Paipa	Automática	2010					X		

*Fig#3: Numero de estaciones de Monitoreo de calidad del aire en el periodo 2007-2010
Fuente: Informe estado de la calidad del aire 2007-2010. IDEAM, 2018*

Analizando la figura #3 se aprecia la forma precaria de contaminantes que se pueden obtener de estudios entre los años que existen informes de calidad del aire y el tiempo de uso que tienen las estaciones. Es por este motivo que se mencionará la evolución que ha tenido la red de monitoreo de Corpoboyacá mostrando el número de estaciones y los parámetros que se están midiendo en años mas recientes y donde existe mayor y mejor información que se emplea para el estudio realizado en este artículo. Ahora, aparece una tabla donde se muestran las estaciones de monitoreo y los contaminantes que se han identificado para obtener reportes de monitoreo de calidad del aire entre los años 2017 y 2018:

CONTAMINANTES MONITOREADOS RED DE MONITOREO CORPOBOYACA						
	PM-10	PM-2.5	SO2	NO2	O3	CO
ESTACION PAIPA	X					
ESTACION BOMBEROS NOBSA	X	X	X		X	
ESTACION NAZARET	X	X	X	X	X	X
ESTACION RECREO	X	X	X	X	X	X
ESTACION SENA	X		X		X	
ESTACION MOVIL KOICA	X	X	X	X	X	X
ESTACION HOSPITAL	X					

*Fig#4: Número de estaciones de Monitoreo de calidad del aire en el periodo 2017-2018
Fuente: Reporte calidad del aire Red de monitoreo CORPOBOYACÁ, ENERO-MARZO DEL 2018, 2018*

Teniendo en cuenta que las estaciones de monitoreo y los parámetros a medir han aumentado, los informes y datos del periodo mencionado en la figura #4 serán los más adecuados para realizar el estudio de posicionamiento y efectividad que las estaciones pueden tener en el sector de influencia de la red de monitoreo.

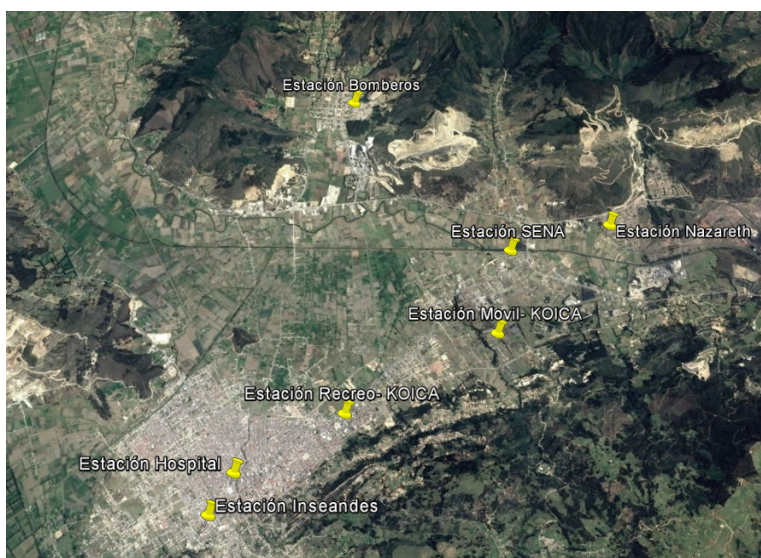
2. RESULTADOS

Debido a que la propuesta es experimental y propone una forma de relacionar los factores que se usan para determinar estudios, informes y situaciones que conciernen a la calidad del aire con las problemáticas asociadas a este, que principalmente son las determinaciones de sitios idóneos para hacer mediciones y obtener estudios que comprueben que la calidad del aire se puede medir de manera más acertada haciendo un posicionamiento de las estaciones teniendo en

cuenta diferentes factores según se comporte la calidad del aire en los sectores donde se está realizando el monitoreo por parte de las autoridades ambientales.

En este contexto, es importante tener en cuenta uno de los motivos de realizar mediciones de la calidad del aire: las enfermedades que afectan el sistema respiratorio de la población que habita la zona contaminada, las cuales se representan como ERAS e IRAS. [4] Teniendo como referencia estudios de otras zonas que se ven afectadas por enfermedades e infecciones respiratorias se debe evaluar la posible cantidad de casos sin determinar en la zona de influencia de los datos usados en las estaciones de monitoreo de Corpoboyacá.

De igual manera, es necesario tener presente que si una estación presenta mediciones que no son representativas para determinar la concentración de contaminantes, de acuerdo con otros puntos de medición que si tienen representatividad, se debe buscar el sitio adecuado para obtener la representatividad que se desea tener en la zona de influencia de la red de monitoreo.

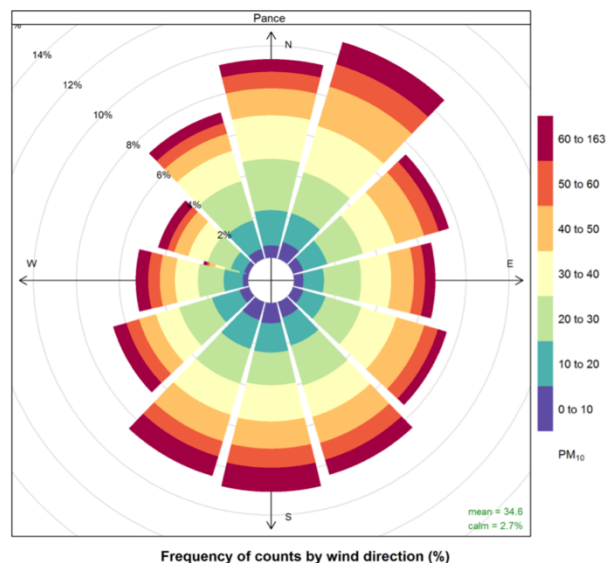


*Fig#5: Posición de las estaciones de monitoreo de calidad del aire en Sogamoso.
Fuente: CORPOBOYACÁ, 2018*

La figura #3 hace referencia a la red de monitoreo de calidad del aire de Corpoboyacá que se encuentra en el valle de Sogamoso, cubriendo los municipios de Nobsa y Sogamoso.

Para el aspecto de evaluación se van a tener en cuenta dos puntos: la estación del Recreo y la estación Móvil Koica. En las dos estaciones se están midiendo los mismos parámetros; por lo tanto, en la rosa de vientos se podrán determinar las direcciones y velocidades de los vientos aclarando las diferencias, aun si se miden los mismos contaminantes en una estación y en la otra.

A continuación, se apreciarán unos ejemplos de rosa de contaminación que representan la frecuencia del contaminante según la dirección del viento, las cuales ilustrarán algunos factores a tener en cuenta para la apreciación de donde viene la contaminación y en qué concentración se presenta.



*Fig#6: Rosa de contaminación de PM10 del DAGMA 2015.
Fuente: Informe del estado de la calidad del aire 2011-2015, 2018*

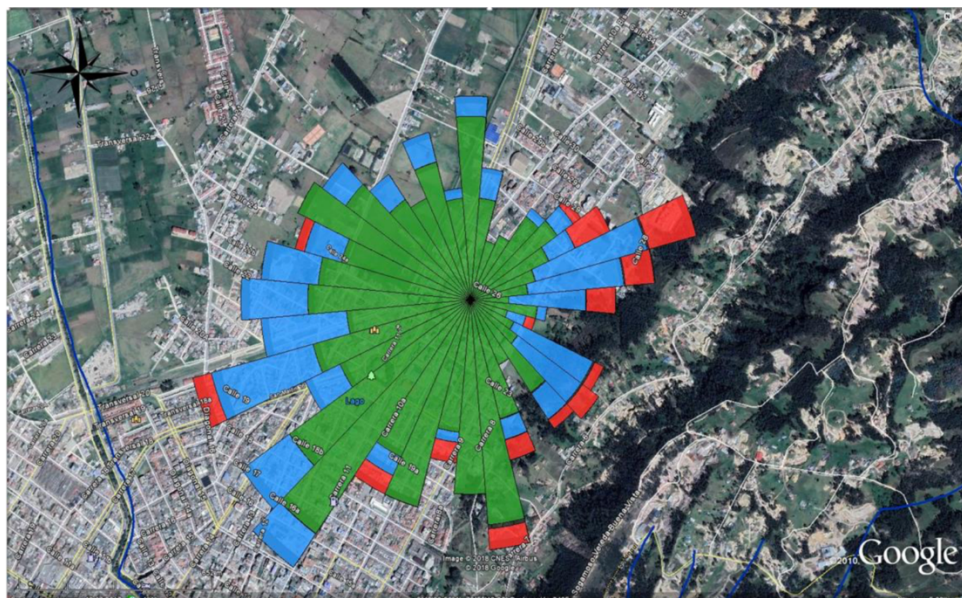
En la figura #4 se aprecia que el contaminante PM10 proviene de todas las direcciones con referencia al punto donde se encuentra la estación, y ligeramente del norte y sur se observan las direcciones más predominantes, por lo que no se detecta una dirección precisa de donde pueda arrastrar el viento la contaminación. También se tiene en cuenta un aproximado del 40% de la mayoría de datos se encuentran en el rango de 30 y 40 $\mu g/m^3$. [5]

3. DISCUSIÓN

Para la obtención de los resultados del artículo, se tendrán en cuenta inicialmente las posiciones actuales de las estaciones y los dos parámetros más elevados por punto de medición. Por lo que se tomarán mediciones representadas de manera gráfica de algunas de las estaciones de monitoreo de calidad del aire que se encuentran en la jurisdicción de la Corporación autónoma y Regional de Boyacá (Corpoboyacá).

A continuación, se tomará un estudio geográfico de una estación de monitoreo donde se verá el comportamiento de los contaminantes según la dirección y velocidad del viento en el punto medido, el cual se conoce como la rosa de vientos de contaminantes de la estación de monitoreo. La dirección predominante del viento es del suroeste, determinando vientos con un porcentaje de 59,6% con

velocidades entre 0,5 y 2,10 m/s, vientos en calma con un porcentaje del 19%, vientos con un porcentaje del 16,9% que representan velocidades entre 2,10 y 3,60 m/s, vientos con un porcentaje de 4,2% que representan velocidades de 3,60 y 5,70 m/s. [6]



Fig#7: Rosa de vientos de la estación el Recreo, enero del 2018

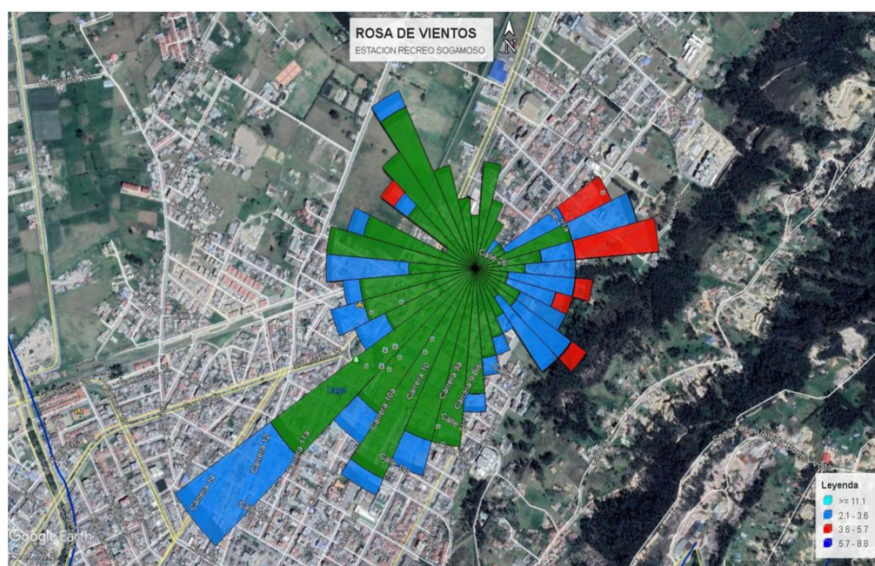
Fuente: Reporte calidad del aire Red de monitoreo CORPOBOYACÁ, ENERO-MARZO DEL 2018

En la figura #3 se puede ver el comportamiento de los contaminantes medidos por la estación, la cual dice de que dirección vienen los vientos que arrastran los contaminantes, visualmente se revela una buena representación de todas las direcciones en las que provienen los vientos; entonces, esta estación se encuentra midiendo sus contaminantes de manera adecuada y se cuenta con datos verídicos para próximos informes y próximos años, debido a que abarca una zona que geográficamente puede captar la contaminación aledaña del sector y del mismo.

Luego de tener la crítica de la rosa de vientos de la estación del Recreo, se puede determinar que la ubicación de la estación es adecuada para seguir en esa posición y puede determinar la posición de otras estaciones según las direcciones de donde vienen los contaminantes.

Otro punto de vista importante a tener en cuenta es que las gráficas representan el análisis de los datos en un periodo de tiempo mensual, por lo que están sujetos a cambios a medida que se desarrollan las actividades de medición en un trimestre, semestre o en un año. Pero se aclara que el comportamiento de los contaminantes en los meses próximos al expuesto en la figura 7 se comportan de manera similar; es decir, existe un nivel de contaminación considerable para tener en cuenta que es relevante monitorear la zona hasta que los efectos sean menores en la parte de contaminación.

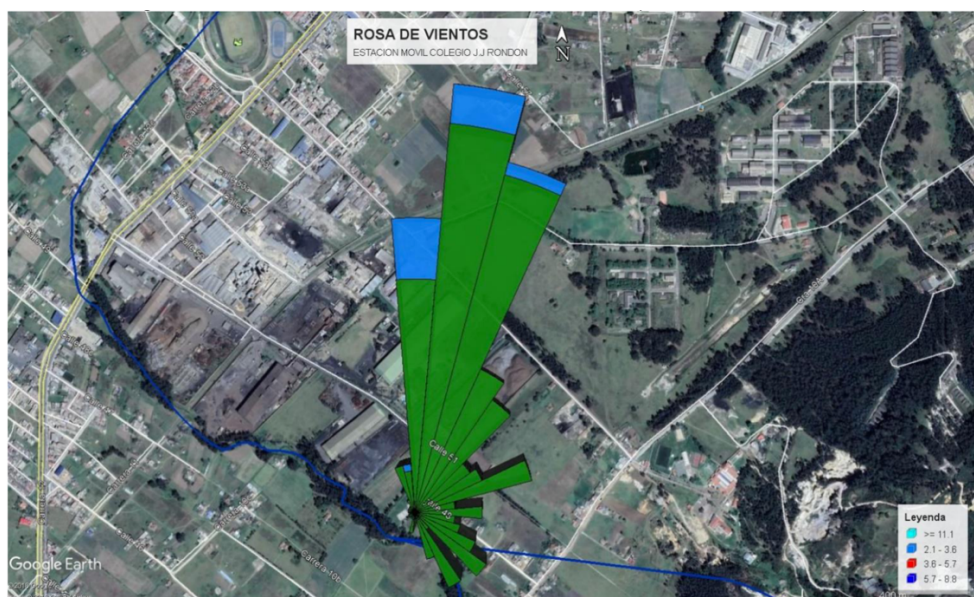
En la siguiente imagen se observa un comportamiento de la rosa de vientos de la estación el Recreo en un periodo de tiempo diferente. Se puede apreciar el comportamiento de los contaminantes similares a los de la figura #7.



Fig#8: Rosa de vientos de la estación el Recreo, marzo del 2018

Fuente: Reporte calidad del aire Red de monitoreo CORPOBOYACÁ, ENERO-MARZO DEL 2018

Ahora se tendrán en cuenta los datos obtenidos por otra estación de monitoreo cercana a la de la figura #7, para determinar cuál es la efectividad de medición de la estación, teniendo en cuenta que la zona medida presenta contaminación: se representa en otros puntos y de forma visual en la zona.

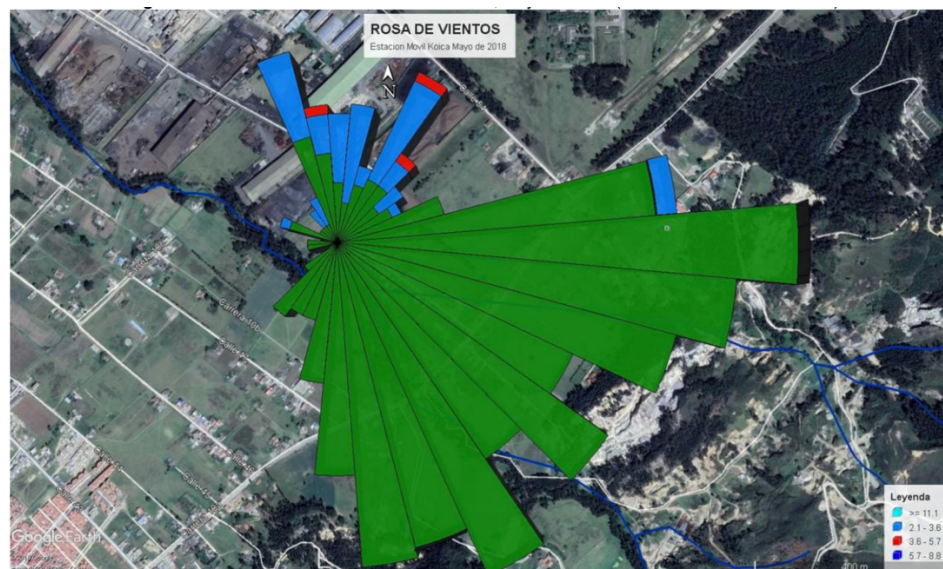


Fig#9: Rosa de vientos de la estación móvil Koica, marzo del 2018

Fuente: Reporte calidad del aire Red de monitoreo CORPOBOYACÁ, ENERO-MARZO DEL 2018

Para el análisis visual de la rosa de vientos de la estación móvil Koica se estima que la concentración de los contaminantes no es la misma que la apreciada en la estación del Recreo, por lo que no se tiene una claridad de si la posición de la estación es la adecuada o la representatividad en datos es buena a comparación de la de la estación del Recreo.

También se analizarán otros periodos de toma de datos de la estación Móvil Koica, para tener en cuenta que las mediciones se pueden repetir con el mismo comportamiento de los contaminantes en baja concentración.

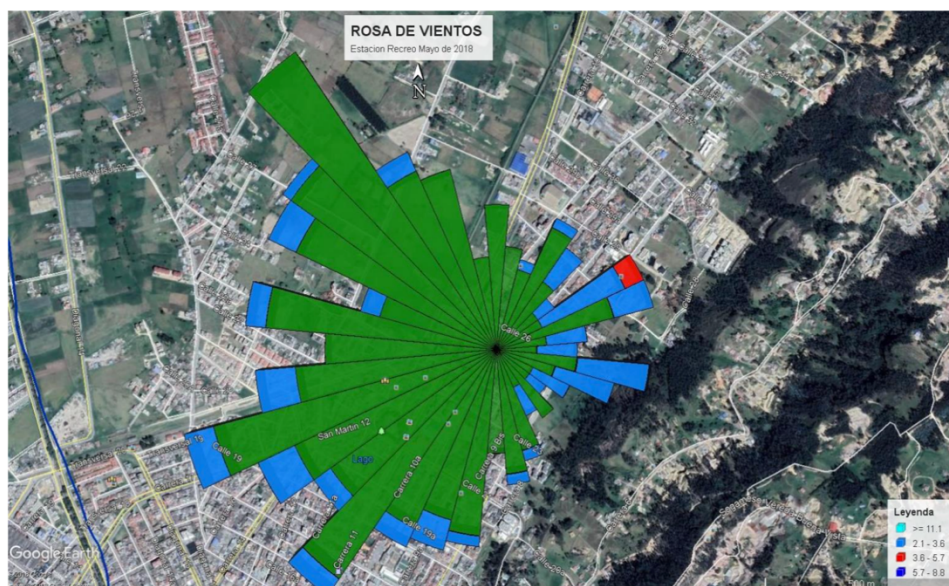


Fig#10: Rosa de vientos de la estación móvil Koica, mayo del 2018

Fuente: Reporte calidad del aire Red de monitoreo CORPOBOYACÁ, ABRIL-JUNIO DEL 2018

Teniendo en cuenta la Rosa de vientos del mes de mayo, de la estación móvil Koica, las mediciones en diferentes periodos de tiempo van a tender a ser la misma con respecto a la concentración de contaminantes, pero diferente a la respuesta de la dirección del viento. Por lo tanto, la representatividad va a ser baja con respecto a otras estaciones en puntos cercanos.

Ahora, para asegurar que este tipo de respuestas no solo son características de la zona o de las condiciones donde se encuentre la estación, se tomarán gráficos de Rosa de vientos del mes de mayo de la estación del Recreo, y de esta manera confirmar que cuando las concentraciones son bajas en un punto de medición, también lo pueden ser en otros puntos cercanos, pero con respuesta diferente en la parte meteorológica y en la parte de afectación directa según los contaminantes.



Fig#11: Rosa de vientos de la estación Recreo, mayo del 2018

Fuente: Reporte calidad del aire Red de monitoreo CORPOBOYACÁ, ABRIL-JUNIO DEL 2018

Con la figura #11 se confirma que el comportamiento meteorológico de la estación del Recreo es similar al de la figura #8, pero varía notablemente la concentración de los contaminantes con respecto al mes de marzo que al mes de mayo. De la misma manera, como sucede en la estación móvil Koica con respecto a la parte de concentración de contaminantes, porque el comportamiento meteorológico es totalmente diferente en esta estación del mes de marzo al mes del mayo.

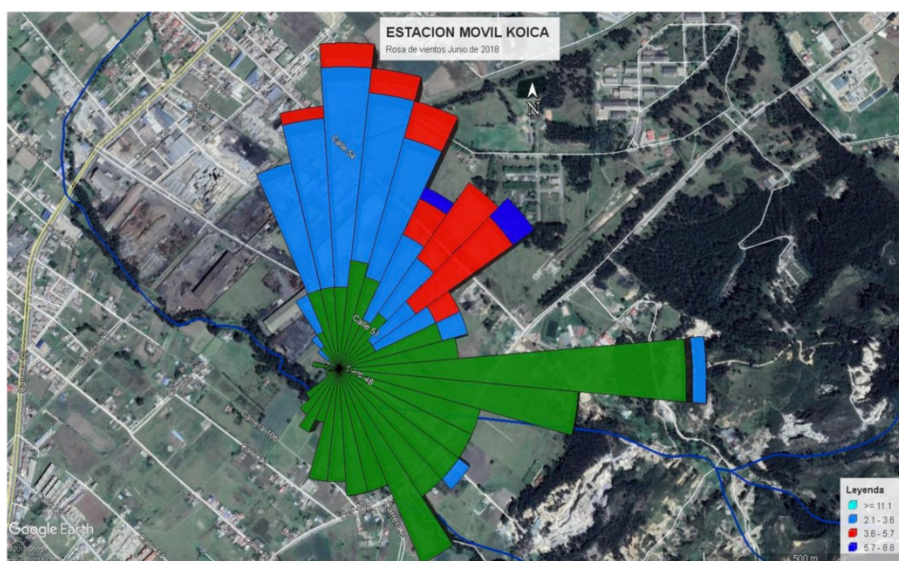
Para tener una idea mucho más cercana de lo que implica hacer un estudio del comportamiento meteorológico y de concentración de contaminantes en general, es necesario determinar otro aspecto importante con respecto a la ubicación estratégica de las estaciones, el cual es el tiempo mínimo o prudencial que deben durar las estaciones de monitoreo en un mismo sitio para que los datos tengan una representatividad alta y se puedan estudiar los datos de una red de monitoreo de una manera que al momento de aplicar las características graficas que se han explicado en la muestra de resultados, se puedan tener visiones más claras de cómo aplicar el método de estudio grafico para ubicar las estaciones de manera más ágil y más efectiva a medida que se tenga más información para analizar. De igual manera, las gráficas que puedan mostrar los comportamientos más similares en los meses de un año o si se tiene suficiente información, el comportamiento de un mismo mes en varios años.

Si se desea tener un estudio muy detallado con suficientes gráficas para determinar el comportamiento de los contaminantes y de dónde vienen estos, por lo menos se deben tener datos de dos años para justificar de manera más acertada los posibles cambios o situaciones que se pueden tener en un mismo punto de monitoreo, pero si no se tiene información de ese tiempo, de todas maneras se tiene en cuenta la información de meses o de un año para hacer estudios que pretendan el estudio de zonas afectadas por índices de

contaminación, pero el detalle y la representatividad pueden variar según la cantidad de meses que se dispongan para el estudio.

De todas maneras, se aclara que si no se tiene mucha información, aun así se cuanta con resultados útiles para determinar la mejor localización de una red de monitoreo, por lo que no es impedimento no tener datos de por lo menos dos años, sino de un año el cual puede representar en su totalidad el comportamiento de todos los meses suponiendo que el comportamiento meteorológico será el mismo o similar de un año a otro.

Ahora se va a tener en cuenta el comportamiento de dos meses seguidos de la rosa de vientos de las estaciones el Recreo y Móvil Koica, esto con motivo de poder visualizar los cambios en la meteorología y en la concentración de contaminantes para determinar si se puede tener mayor representatividad del sector para realizar movimientos de las estaciones o no.



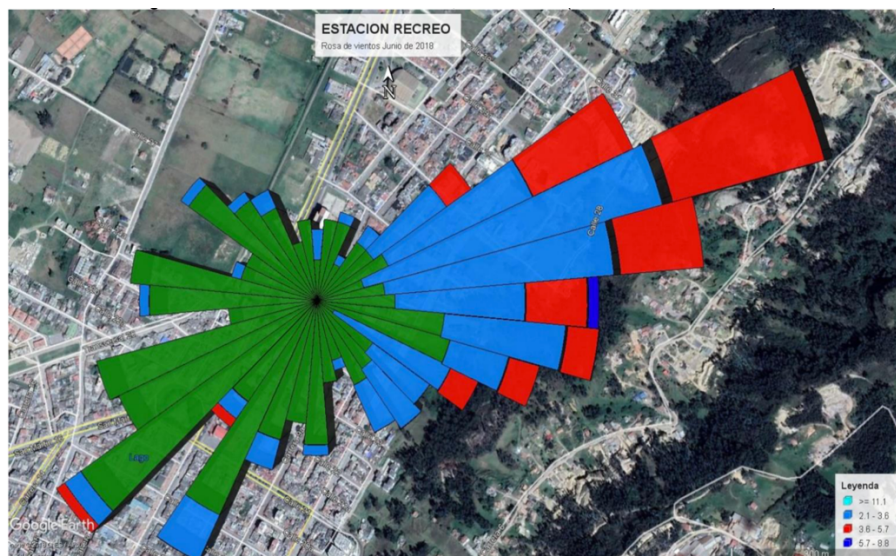
Fig#12: Rosa de vientos de la estación Móvil Koica, junio del 2018

Fuente: Reporte calidad del aire Red de monitoreo CORPOBOYACÁ, ABRIL-JUNIO DEL 2018

Teniendo en cuenta la figura #12 de la estación Móvil Koica del mes de junio con respecto al mes de mayo (figura #10), se aprecia que la dirección del viento cambio, y de igual manera la concentración de contaminantes aumentó y se advierte que el cambio de la dirección de donde vienen los contaminantes puede ser un motivo para que se vean estas alzas de un mes a otro. Por lo que esto es un dato importante a tener en cuenta para seguir monitoreando los siguientes meses y así determinar de manera más acertada, hacia qué dirección es la más adecuada hacer mayor seguimiento y obtener mayor representatividad de la ubicación de la estación a un futuro.

De igual manera se puede hacer el mismo ejercicio de visualización gráfica con la Rosa de vientos de la estación del Recreo. Esto para determinar y hacer comparaciones con estaciones que se encuentran ubicadas cerca y se pueden

obtener datos que sean representativos para un estudio de la zona que permita la triangulación mas adecuada de la red de monitoreo estudiada.



Fig#13: Rosa de vientos de la estación Recreo, junio del 2018

Fuente: Reporte calidad del aire Red de monitoreo CORPOBOYACÁ, ABRIL-JUNIO DEL 2018

Al igual que sucedió en la comparación de las figuras #12 y #10 de la estación móvil Koica, ocurre en las figuras #13 y #11 que corresponden a la estación del Recreo, que conserva la ubicación de los contaminantes, pero cambia la dirección del viento que hace que los contaminantes predominantes de la dirección que muestran las graficas (noroeste) no alcancen a ser detectados por las estaciones según la velocidad que tenga el viento, esto afecta en una medida importante si no fuera posible determinar exactamente de donde vienen las concentraciones altas de contaminantes, pero en este caso se alcanzan a determinar y se pueden tomar decisiones.

En los informes trimestrales usados para el análisis de estas rosas de vientos, también hay información para tener en cuenta con respecto a las gráficas enunciadas en este artículo. Por ejemplo: que predomine la velocidad del viento puede ser un factor que afecte la dispersión de los contaminantes que se miden en la estación. [7]

Para tener en cuenta, también los informes de calidad del aire estudiados, presentan algunos datos de interés aparte de las gráficas, tales como información del comportamiento de los contaminantes en algunos de los sectores como la concentración de un contaminante específico que esté en mayor abundancia que otro. [8]

De igual manera se tiene en cuenta el cubrimiento mayor de los datos usados que corresponden al año 2018 de la red de monitoreo de calidad del aire manejada por Corpoboyacá. A continuación, se tendrán otras graficas para analizar y determinar

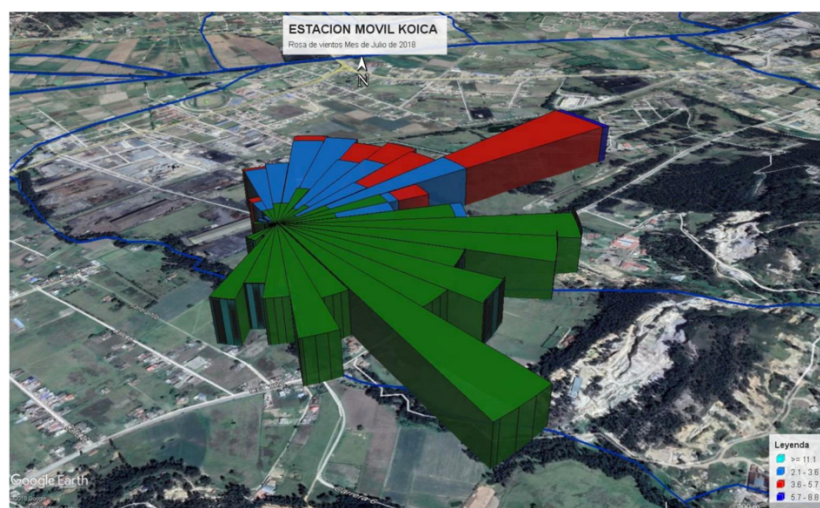
el comportamiento de los contaminantes en conjunto con el comportamiento meteorológico.



Fig#14: Rosa de vientos de la estación Recreo, julio del 2018

Fuente: Reporte calidad del aire Red de monitoreo CORPOBOYACÁ, Julio-septiembre del 2018

Teniendo en cuenta las gráficas de los meses de mayo y junio para la estación del Recreo (Figuras #11 y #13) Se puede apreciar que el comportamiento del mes de junio y del mes de julio (figura #14) no es muy variante con respecto al comportamiento de los contaminantes ni muy variante en el comportamiento meteorológico.

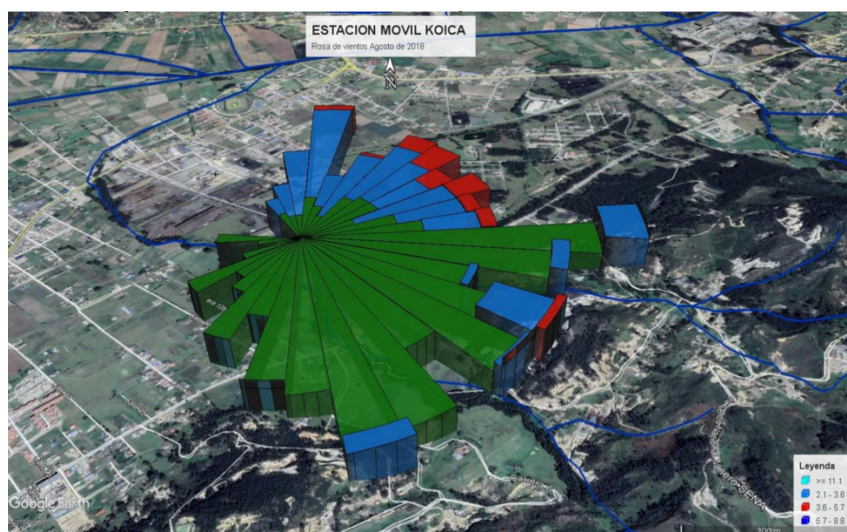


Fig#15: Rosa de vientos de la estación Móvil Koica, julio del 2018

Fuente: Reporte calidad del aire Red de monitoreo CORPOBOYACÁ, Julio-septiembre del 2018

Teniendo en cuenta la imagen anterior, y las ya expuestas (Figura #10 y #12) el comportamiento con respecto a la figura #14, el comportamiento de los contaminantes varia notoriamente con respecto al mes de mayo al mes de julio y de igual manera el comportamiento meteorológico. Por ende, es prudente tener en

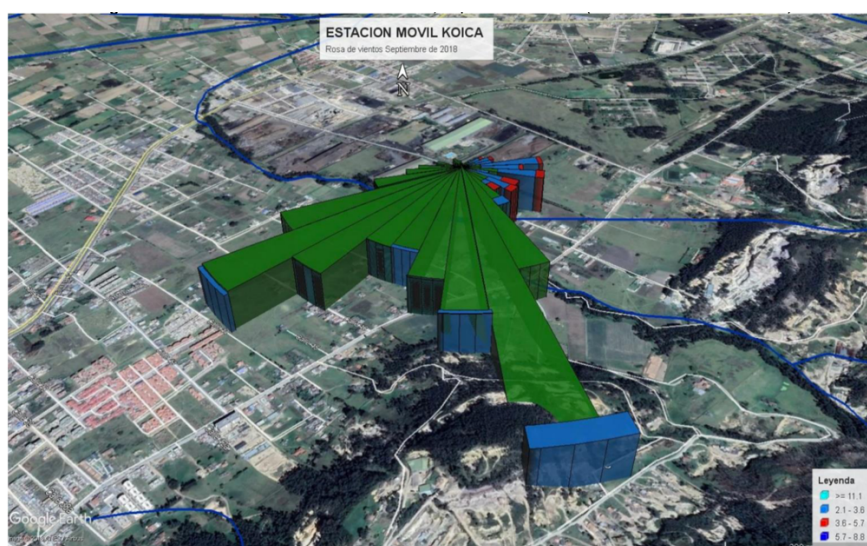
cuenta datos de otros meses, y de esta manera tener una visión más amplia del comportamiento de las lecturas de datos.



Fig#16: Rosa de vientos de la estación Móvil Koica, agosto del 2018

Fuente: Reporte calidad del aire Red de monitoreo CORPOBOYACÁ, Julio-septiembre del 2018

En el mes de agosto la variación de la Rosa de vientos con respecto al comportamiento de los contaminantes y los aspectos meteorológicos no son muy variables a comparación a los meses anteriores de la estación móvil Koica, se puede apreciar en la figura #15 que los contaminantes vienen de la misma dirección en el mes de julio y en el mes de agosto, (noreste) pero la dirección del viento que es la que se encarga de llevar los contaminantes atmosféricos de un sitio a otro, se visualiza que de donde vienen la mayor cantidad de vientos no vienen contaminados de igual manera que de donde no viene la mayor concentración de contaminantes.



Fig#17: Rosa de vientos de la estación Móvil Koica, septiembre del 2018

Fuente: Reporte calidad del aire Red de monitoreo CORPOBOYACÁ, Julio-septiembre del 2018

En la figura anterior, tenemos un comportamiento de los factores contaminantes y meteorológicos completamente diferente a comparación de las figuras #16 y #15, pero se asimila la respuesta de la dirección del viento a la del mes de mayo, (figura #10) y determinando que de donde viene la mayor cantidad de vientos no es la misma que de donde viene la mayor concentración de contaminantes. Este punto es decisivo para empezar a analizar una posible mejor ubicación de la estación en la dirección que le favorezca la lectura de la mayor concentración de contaminantes en vez de solo determinar de dónde viene la mayor cantidad de velocidad o dirección del viento que es un dato importante pero no relevante para tener en cuenta al momento de usar los datos para apreciar la calidad del aire de un sector que se encuentre con índices de calidad bastante altos y no se puedan monitorear con la precisión deseada solo por no encontrarse en la ubicación más adecuada.

En los informes de calidad del aire, específicamente en el del tercer trimestre del año 2018 (Julio – Septiembre) se puede apreciar que los índices de concentración de material particulado, particularmente en de PM10 se aprecia que son los más bajos con respecto a otras estaciones. [9] Esto se interpreta como una medición poco precisa por parte de la ubicación de la estación debido a que en el análisis hecho en las graficas #16 y #17 se determina que la predominancia de la dirección del viento no es la misma que la de concentración de contaminantes, por lo tanto se pueden obtener mejores datos ubicando la estación mas hacia el noreste que es de donde vienen la mayor concentración de contaminantes.

Para tener en cuenta mas datos de interés, se actualiza hasta el mes de octubre con tal de obtener mayores referencias que puedan ser útiles para determinar el posicionamiento de la estación móvil Koica.



Fig#18: Rosa de vientos de la estación Móvil Koica, octubre del 2018

Fuente: Reporte calidad del aire Red de monitoreo CORPOBOYACÁ, octubre del 2018

Con el pasar de los meses, la respuesta a de donde provienen los vientos y de donde provienen los contaminantes es mas clara, se puede asegurar que es

pertinente indagar una posición mas exacta de donde puedan existir mayor cantidad de contaminantes los cuales se puedan monitorear e identificar que proceso es el que generan los contaminantes.

Las variaciones climatológicas van de la mano con algunos de los cambios en la contaminación del aire, pero se tiene una referencia de meses anteriores al de octubre que determina que la contaminación atmosférica no interviene directamente con el tiempo lluvioso o seco específicamente, debido a que la concentración de contaminantes se ha mantenido en un nivel muy por debajo de la norma y muy estable en sus concentraciones con respecto a meses con diferentes cambios climáticos. [10]

4. CONCLUSIONES

- Es importante tener en cuenta las condiciones planteadas para el posicionamiento de las estaciones, de lo contrario las concentraciones de los contaminantes seguiría haciendo la misma función de no tener una representatividad que sea eficiente para monitorear una zona que se sabe que esta afectada por la contaminación ya que se tienen otros puntos de medición que si tienen representatividad de contaminantes.
- Para realizar una correcta inspección de la información que se debe tener en cuenta que los datos que se usen para la realización de las graficas de rosa de vientos y similares, deben estar con un porcentaje importante de representatividad en cuestión de los datos, mas no de los contaminantes como se estaba hablando de la representatividad de la grafica. Por lo que el proceso de validación de datos y el manejo de herramientas de construcción de graficas como la rosa de vientos, se tiene que tener en cuenta para que exista la representatividad de la grafica de rosa de vientos que se desea.
- Una consecuencia que se puede determinar es la apreciación de las graficas de la estación móvil Koica es el comportamiento de la meteorología y de la concentración de los contaminantes, que puede determinar que esta estación es necesario replantear su ubicación debido a que la representatividad es suficiente, y por consecuencia las características similares en dado caso de presentarse otro estudio para otros sectores y otras redes de monitoreo, será importante para tener una referencia y de esta manera facilitar ideas e información para realizar este tipo de estudios.
- Para el estudio de determinación de ubicación de las estaciones siempre es importante tener en cuenta un punto de referencia que se sepa que es un punto fijo o, en otros términos, que el comportamiento de las graficas sea similar y por lo menos la recepción de datos sea la suficiente para determinar un índice de contaminación moderado para hacerle seguimiento y reducirlo, para lograr el objetivo de controlar y mitigar las emisiones atmosféricas.

AGRADECIMIENTOS

A la Corporación Autónoma Regional de Boyacá por la oportunidad de trabajar con la red de monitoreo de calidad del aire para aportar ideas y conceptos que se pueden aplicar a las redes de monitoreo de otra entidad o de cualquier tipo de trabajo que tenga que ver con equipos y estaciones de calidad del aire.

A la Universidad Militar Nueva Granada por permitir el espacio para compartir las diferentes temáticas laborales y poder expresar ideas para desarrollarlas e implementarlas en los espacios laborales de cada uno de las áreas laborales que se puedan presentar en este artículo.

Al grupo de trabajo de “Redes de Monitoreo de Calidad Ambiental” por permitir compartir la información necesaria para implementar este artículo y de ser posible su implementación en el espacio laboral.

REFERENCIAS

- [1] Grupo de trabajo "redes de monitoreo de calidad ambiental", «Reporte calidad del aire Red de monitoreo CORPOBOYACÁ Julio de 2018,» Corpoboyacá, Tunja, 2018.
- [2] A. M. Hernandez, «Informe estado de la calidad del aire en Colombia (2007-2010),» IDEAM, Bogotá, 2010. pp 80
- [3] IDEAM, «Informe del Estado de la Calidad del Aire en Colombia 2011-2015,» IDEAM, Bogotá , 2015. pp 142
- [4] P. B. Graciela Zamora, «Boletín enfermedad respiratoria aguda ERA I Trimestre del 2015,» Min Salud, Bogotá, 2015.
- [5] IDEAM, «Informe del estado de la calidad del aire en Colombia 2011-2015,» IDEAM, Bogotá, 2015. pp 132
- [6] Grupo de trabajo "Redes de monitoreo de calidad ambiental", «Informe primer trimestre de calidad del aire CORPOBOYACÁ Enero-Marzo 2018,» Corpoboyacá, Tunja, 2018. pp 7
- [7] Grupo de trabajo "Redes de monitoreo de calidad ambiental", «Informe primer trimestre de calidad del aire CORPOBOYACÁ Enero-Marzo 2018,» Corpoboyacá, Tunja, 2018. pp 38
- [8] Grupo de trabajo "Redes de monitoreo de calidad ambiental", «Informe segundo trimestre de calidad del aire CORPOBOYACÁ Abril-Junio 2018,» Corpoboyacá, Tunja, 2018. pp 58

- [9] Grupo de trabajo "Redes de monitoreo de calidad ambiental", «Informe tercer trimestre de calidad del aire CORPOBOYACÁ Julio-Septiembre 2018,» Corpoboyacá, Tunja, 2018. pp 92
- [10] Grupo de trabajo "Redes de monitoreo de calidad ambiental", «Reporte de calidad del aire CORPOBOYACA, octubre del 2018,» Corpoboyacá, Tunja, 2018. pp 32.